

2 1923 JN09/857 31/

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 44 34 203 A 1**

⑤ Int. Cl.⁶:
G 01 N 21/57
G 01 J 3/46

②① Aktenzeichen: P 44 34 203.9
②② Anmeldetag: 24. 9. 94
②③ Offenlegungstag: 28. 3. 96

DE 44 34 203 A 1

⑦① Anmelder:
Byk-Gardner GmbH, 82538 Geretsried, DE

⑦④ Vertreter:
Dr. M. Wallinger, Dr. J. Kroher, Dipl.-Ing. W. Strobel,
80336 München

⑦② Erfinder:
Lex, Konrad, 82549 Königsdorf, DE

⑤④ Vorrichtung zum Messen visueller Eigenschaften von Oberflächen

⑤⑦ Eine Vorrichtung zum Messen der visuellen Eigenschaften von Oberflächen weisen eine Lichtquelle auf, deren Licht in einem vorbestimmten Winkel auf die Meßfläche gerichtet ist, und eine Meßeinrichtung, welche das von der Meßfläche reflektierte Licht mißt, wobei diese Meßeinrichtung wenigstens drei Photosensoren aufweist, welche so angeordnet sind, daß sie die Intensität des reflektierenden Lichtes in Bereichen messen, die einem unterschiedlichen Reflexionswinkel entsprechen. Die Photosensoren bilden ein integriertes Bauelement, wobei ein gemeinsames Substrat vorgesehen ist, auf welchem die lichtempfindlichen Schichten im wesentlichen in einer Ebene angeordnet sind und die einfallende Lichtmenge im wesentlichen unabhängig voneinander erfassen, wobei die lichtempfindlichen Schichten weiterhin derart gestaltet sind, daß sie jeweils die innerhalb eines vorgegebenen Winkelbereiches reflektierte Lichtmenge erfassen.

DE 44 34 203 A 1

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Messen von visuellen Eigenschaften von Oberflächen.

Unter "visuellen Eigenschaften" einer Oberfläche sollen hier die physikalischen Eigenschaften einer Oberfläche verstanden werden, die das Aussehen der Oberfläche für den menschlichen Betrachter bestimmen, das sind insbesondere Eigenschaften wie Farbe, Glanz, Oberflächen Texturen etc.

Eine Vorrichtung zum Messen von visuellen Eigenschaften von Oberflächen, und speziell des Reflexionsverhaltens von Oberflächen, ist mit der EP-B-0 438 468 bekannt geworden. Bei dieser bekannten Vorrichtung ist eine Lichtquelle vorgesehen, deren Licht in einem vorgegebenen Winkel auf die zu messende Oberfläche gerichtet ist. Das von der Oberfläche im entsprechenden Winkel reflektierte Licht wird durch einen lichtempfindlichen Sensor gemessen. Dadurch ist es möglich, den Glanz der Oberfläche zu erfassen. Die bekannte Vorrichtung wird z. B. eingesetzt, um das Glanzverhalten von Autolacken und dgl. zu beurteilen.

Die Funktion dieser Vorrichtung wird nachfolgend in bezug auf die Glanzmessung beschrieben:

Mit dieser bekannten Vorrichtung ist nur eine Aussage über das Glanzverhalten von Flächen in dem Bereich möglich, in dem das Fresnel'sche Reflexionsgesetz gilt, d. h., daß der Ausfallswinkel gleich dem Einfallswinkel ist. Tatsächlich ist dieser sogenannten Spiegelreflexion häufig eine diffuse Reflexion überlagert, die zu einem Aussehen der Oberfläche führt, das als Glanzschleier, im englischen Haze, bezeichnet wird. Bei glänzenden Oberflächen mit Glanzschleier nimmt der Kontrast und die Brillanz der Reflexion ab, wodurch die Oberfläche meßtechnisch einen hohen Glanzwert ergibt, vom menschlichen Betrachter jedoch nicht mehr als klar, sondern als milchig oder trübe beurteilt wird.

Zur Messung von Schleierglanz wird üblicherweise eine Vorrichtung verwendet, wie sie in Fig. 10 dargestellt ist. Diese bekannte Vorrichtung weist einen Tubus 1 auf, in den ein Körper 2 eingelassen ist. In diesem Körper 2 befindet sich ein Schlitz 4, dessen unteres Ende mit einer Photozelle 5 abgeschlossen ist.

Der Schlitz 4 ist durch eine Platte 6 abgedeckt, in deren Mitte eine Blendenöffnung 7 vorgesehen ist und auf der jeweils ein Photosensor 9 angeordnet ist. Oberhalb dieses Photosensors ist eine herkömmliche Filtereinheit 10 vorgesehen.

Mit diesem Gerät ist es möglich, einen Glanzkennwert und Kennwerte für den Schleierglanz zu messen. Dabei entspricht die Winkelabweichung, die zwischen dem idealen Reflexionswinkel bei exakter Fresnel'scher Reflexion auftritt und dem Winkel, in dem die Lichtmenge durch die Schleierglanz-Sensoren erfaßt wird, in etwa 2°.

Die Funktion dieser herkömmlichen Vorrichtung ist wie folgt: Die zu messende Oberfläche wird durch eine nicht dargestellte Lichtquelle beleuchtet, und es ist eine Optik vorgesehen, um das reflektierte Licht in den in Fig. 10 dargestellten Tubus zu leiten. Dabei verläuft die Richtung des Lichteinfalles genau parallel zur Längsachse 12 des Tubus. Das unmittelbar in Richtung des Ausfallswinkels reflektierte Licht fällt durch den Schlitz 7, der die Glanzblende darstellt, auf den Photosensor 5. Die Intensität der einfallenden Lichtmenge ist ein Maß für die Reflexionsfähigkeit der Oberfläche und somit für Glanz.

Das Licht, welches von der Oberfläche mit einem geringfügig kleineren oder größeren Winkel reflektiert wird, fällt nicht durch die Glanzblende 7, sondern fällt zu einem Teil auf die Photosensoren 9. Deren Fläche ist durch die Kanten 14 und durch den Schlitz 7 der Glanzblende begrenzt.

Die Intensität des auf die Sensoren 9 auftreffenden Lichtes ist ein Maß für den Schleierglanz. Bei einer exakt reflektierenden Oberfläche, beispielsweise bei einem Spiegel, fällt die gesamte reflektierte Lichtmenge durch den Schlitz 7 auf den Photosensor 5 und kein Licht auf die Photosensoren 9. Bei einer hochglänzenden Oberfläche, die Schleierglanz aufweist, fällt dagegen ein größerer Lichtanteil auf die Sensoren 9.

Dieses bekannte Gerät hat den Nachteil, daß die Fertigungsgenauigkeit sehr hoch sein muß, um aussagekräftige Meßergebnisse zu erhalten. So müssen insbesondere die Glanzblende und die Kanten 14, welche das Auftrefffeld der Photosensoren seitlich begrenzen, sehr genau gefertigt sein. Besondere Schwierigkeiten ergeben sich, wenn das Gerät klein bauend gefertigt werden soll, beispielsweise, um es als Handgerät in der Produktionsüberwachung od. dgl. einzusetzen. In diesem Fall verringern sich die Abmessungen der Blende und der Fertigungsaufwand steigt entsprechend.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zum Messen visueller Eigenschaften von Oberflächen zu schaffen, bei welchem der Bauaufwand gegenüber dem Stand der Technik vermindert ist und welche erheblich kleiner baut als die im Stand der Technik bekannten Vorrichtungen. Ein weiterer Aspekt dieser Aufgabe ist es, eine Vorrichtung zum Messen visueller Eigenschaften zu schaffen, bei welcher trotz des kompakten Aufbaues gemäß dem ersten Aspekt der Aufgabe der Erfindung die Möglichkeiten zur Messung gegenüber den im Stand der Technik bekannten Vorrichtungen erheblich erweitert ist. Ein weiterer Aspekt der Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren anzugeben, welches eine vorteilhafte Erfassung der visuellen Eigenschaften von Oberflächen ermöglicht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch den Gegenstand des Anspruchs 1 gelöst.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist Gegenstand des Anspruchs 24.

Zu bevorzugende Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind die Sensoren im Unterschied zur konventionellen Vorrichtung in einer gemeinsamen Ebene angeordnet. Die Photosensoren bilden lichtempfindliche Flächen auf einem gemeinsamen Substrat, wobei die Fläche jeder lichtempfindlichen Schicht so gewählt ist, daß sie in der Meßvorrichtung einem vorgegebenen Winkelbereich des Reflexionswinkels entspricht.

Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung entfallen die bislang erforderlichen Blenden, um die Lichtstrahlen auf den jeweils zu verwendenden Photosensor zu leiten. Anstelle der Blendenöffnungen treten die lichtempfindlichen Schichten der Photosensoren selbst.

Bei der Herstellung dieser lichtempfindlichen Schichten können die bekannten Techniken zur Herstellung von Halbleiterelementen und integrierter Schaltungen verwendet werden, so daß es möglich ist, die lichtempfindlichen Schichten mit höchster Präzision hinsichtlich der Flächenausdehnung auf dem gemeinsamen Substrat anzuordnen. Durch die Verwendung dieser Techniken kann ebenfalls erreicht werden, daß der Abstand, den

3 die lichtempfindlichen Flächen zueinander haben müssen, um elektrisch gegeneinander isoliert zu sein, sehr klein ist.

Durch diesen Aufbau ist es möglich, die lichtempfindlichen Flächen relativ klein zu gestalten. Dadurch kann der Abstand von der Meßfläche verringert werden, wodurch das Gerät insgesamt kleinbauend hergestellt werden kann.

Während beim vorstehend beschriebenen konventionellen Gerät die Länge des Meßkopfes 30 cm beträgt, ist es möglich, durch die erfindungsgemäße Gestaltung die Abmessungen auf einen Wert zwischen 5 und 10 cm zu verringern, d. h. daß sich die Größe auf 1/4 der konventionellen Meßeinrichtung reduziert.

Weiterhin entfällt die mechanische Fertigung und der Einbau und die Ausrichtung der Blenden, so daß der Aufwand zur Gestaltung der Vorrichtung insgesamt erheblich vermindert wird. Außerdem wird das Gerät durch den Fortfall der mechanischen Bauelemente auch robuster, so daß der Einsatz in der Produktion wesentlich unproblematischer ist, als bei den bisher bekannten Geräten.

Die Fotosensoren können unterschiedlich beschaffen sein. Vorzugsweise werden Substrat und lichtempfindliche Schicht so gewählt, daß die Fotosensoren als Fotodiode wirken. Es ist aber auch möglich, die Fotosensoren als Fototransistoren oder als Fotothyristoren oder dergleichen zu gestalten.

Zur Messung von Glanz und Schleierglanz werden vorzugsweise drei lichtempfindliche Flächen verwendet, wobei dann die mittlere Fläche der Glanzmessung dient und links und rechts von dieser Fläche eine entsprechend gestaltete Fläche zur Erfassung des Schleierglanzes vorgesehen ist. Die Flächen werden dabei so gewählt, daß der Winkelabstand vom Mittelpunkt der Meßeinrichtung, d. h. von einer Symmetrieebene der lichtempfindlichen Schicht zur Glanzmessung, zur Symmetrieebene der Schleierglanzmessung $1,8 \pm 0,3^\circ$ beträgt. Selbstverständlich sind auch davon abweichende Ausführungen möglich.

Die Anordnung von zwei lichtempfindlichen Flächen in einem Winkelabstand von 2° zum idealen Einfallswinkel, d. h. zum Einfallswinkel gemäß Reflexionsgesetz, ist besonders günstig, um das Phänomen des Schleierglanzes zu beurteilen. Neben einem Winkelabstand von 2° gibt es aber noch andere Winkelabstände, die bei der Beurteilung der Reflexionseigenschaften von Oberflächen Bedeutung erlangt haben.

So ist in der amerikanischen Norm ASTM E430 neben dem 2° -Meßwinkel auch ein $0,3^\circ$ Meßwinkel genormt, der zur Erfassung einer Reflexionseigenschaft geeignet ist, die als distinctness of image (abgekürzt D/I) bezeichnet wird.

Die lichtempfindliche Fläche für die D/I-Messung wird zwischen der lichtempfindlichen Fläche für die eigentliche Glanzmessung (idealer Einfallswinkel) und der 2° -Lichtmeßfläche angeordnet.

Ein weiteres, durch die vorgenannte ASTM-Norm genormtes Beurteilungskriterium für das Reflexionsverhalten von Oberflächen ist die Reflexion im Winkel von 5° zum idealen Reflexionswinkel. Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann auch in dieser Winkelstellung eine lichtempfindliche Fläche vorgesehen werden, um die in diesem Bereich reflektierte Lichtmenge zu erfassen. Es ist zu bevorzugen, daß auch diese lichtempfindliche Fläche (bzw. bei symmetrischem Aufbau) diese lichtempfindlichen Flächen auf dem gleichen Substrat angeordnet sind, wie die Flächen zur D/I-

und zur Schleierglanzmessung. Es ist aber auch möglich, daß in diesem Fall diese Flächen zwar in der gleichen Ebene, jedoch auf einem getrennten Substrat angeordnet sind.

5 Reflexionsmessungen werden in der Regel in der Weise durchgeführt, daß der einfallende Lichtstrahl und der reflektierte Lichtstrahl in der gleichen Ebene liegen. Dies wird erreicht, wenn die beiden Lichtstrahlen in einer Ebene liegen, die exakt senkrecht zur Meßfläche ist.

10 Insbesondere bei einem vereinfachten Geräteaufbau ist es denkbar, daß das Erfordernis eines exakt senkrechten Auftreffens des Lichtes auf die Meßfläche nicht erreicht wird. In diesem Fall ist es zu bevorzugen, daß mehrere lichtempfindliche Flächen in bezug auf die Auftreffebene des Lichtstrahles auf die Oberfläche nebeneinander angeordnet werden. Bei dieser Ausführungsform kann dann durch einen Vergleich der Meßwerte der einzelnen Flächen festgestellt werden, welches die Hauptreflexionsrichtung der Fläche ist.

20 Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung werden eine Vielzahl von lichtempfindlichen Flächen in einem ebenen Feld auf einem gemeinsamen Substrat angeordnet. Dabei weisen alle Feldelemente vorzugsweise die gleichen Abmessungen auf.

25 Bei dieser Ausführungsform ist weiterhin eine Steuerung vorgesehen, die einen Speicher aufweist, in dem bestimmte Meßfeld-Geometrien abgespeichert sind. Wird mit einem solchen Sensorelement eine Reflexionsmessung durchgeführt, werden diejenigen lichtempfindlichen Flächen zur Messung herangezogen, die im jeweiligen geometrisch definierten Meßbereich liegen. Dadurch ist es möglich, den Meßbereich in beliebiger Weise zu verändern und das Meßverhalten von unterschiedlichen Reflexionsmeßgeräten nachzuahmen.

35 Für die Reflexionsmessung ist die Belichtung der zu messenden Oberfläche üblicherweise so vorgesehen, daß die von der Lichtquelle ausgehenden Lichtstrahlen parallel in dem vorbestimmten Winkel zur Oberfläche gerichtet sind. Eine solche Lichtquelle mit parallelen Lichtstrahlen kann vorteilhaft bei allen vorstehend beschriebenen Ausführungsformen eingesetzt werden.

40 Davon abweichend kann aber auch bei allen vorstehend beschriebenen Ausführungsformen eine Lichtquelle mit punktförmiger Charakteristik verwendet werden. Bei einer solchen Punktlichtquelle fallen die Strahlen nicht parallel auf die zu messende Oberfläche, sondern in voneinander abweichendem Winkel. Die Verwendung einer solchen Punktlichtquelle ermöglicht es, Messungen und Beurteilungen von visuellen Eigenschaften der Oberfläche vorzunehmen, die mit parallelen Lichtstrahlen nicht möglich sind.

50 Bei einer vorteilhaften Weiterbildung aller vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele ist es auch möglich, die Lichtquelle so anzuordnen, daß wahlweise eine Belichtung der zu messenden Fläche mit parallelen Lichtstrahlen oder mit einer Punktlichtquelle möglich ist. Dies kann beispielsweise erreicht werden, indem die Linsenanordnung, durch welche die Lichtquelle die Oberfläche bestrahlt, um einen parallelen Strahlengang zu erreichen, aus dem Strahlengang entfernt werden kann. Weiterhin ist es denkbar, daß im gleichen Gerät zwei verschiedene Meßanordnungen, beispielsweise mit zwei verschiedenen Meßwinkeln, untergebracht sind.

65 Bei allen bislang beschriebenen Ausführungsformen wird davon ausgegangen, daß die lichtempfindlichen Flächen dafür vorgesehen sind, die Intensität des auf sie auftreffenden Lichtes zu erfassen. Insbesondere, aber

nicht ausschließlich bei der Ausführungsform, bei welcher eine Vielzahl von lichtempfindlichen Flächen verwendet wird, ist es vorteilhaft, diese lichtempfindlichen Flächen in der Weise anzuordnen, daß sie eine unterschiedliche spektrale Charakteristik aufweisen, so daß nicht nur die Intensität, sondern auch die spektrale Charakteristik, und, bei entsprechender Wahl der spektralen Charakteristik der lichtempfindlichen Flächen, auch die Farbe des von der Oberfläche reflektierten Lichtes erfaßt werden kann.

Apparativ kann diese zuletzt beschriebene Variante in einer kompakten Bauweise verwirklicht werden, indem zur Messung des reflektierten Lichtes ein Farb-CCD-Chip verwendet wird. In einem solchen Fall kann die Vorrichtung auch unmittelbar zur Farbmessung eingesetzt werden. Um die Vorrichtung den verschiedenen geltenden Standards für die Farbmessung anzupassen, ist es in diesem Fall zu bevorzugen, daß eine Lichtquelle verwendet wird, die die zu messende Oberfläche in einem solchen Winkel bestrahlt, daß die mit einer im wesentlichen der Fresnel'schen Reflexion zugehörigen Reflexionsanteile nicht vom Sensor erfaßt werden.

Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit der Zeichnung.

Darin zeigen:

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 eine Aufsicht auf das Sensorelement, welches in der Vorrichtung gemäß Fig. 1 verwendet wird;

Fig. 3 einen Schnitt durch das Sensorelement gemäß Fig. 2;

Fig. 4 eine Aufsicht auf ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Sensorelementes;

Fig. 5 eine weitere Aufsicht auf ein Ausführungsbeispiel eines Sensorelementes;

Fig. 6 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Sensorelementes, bei welchem die zur Lichtmessung herangezogenen Flächen variiert werden können,

Fig. 7 eine Darstellung zur weiteren Erläuterung des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 6 in der Aufsicht;

Fig. 8 ein Diagramm, welches das Reflexionsverhalten einer Oberfläche zeigt, wobei auf der Ordinate die gemessene Lichtintensität und auf der Abszisse die Winkelabweichung bezüglich des idealen Reflexionswinkels aufgetragen ist;

Fig. 9 den prinzipiellen schaltungstechnischen Aufbau einer Meßeinrichtung, wie er bei den Ausführungsbeispielen gemäß Fig. 1 bis 8 zu verwenden ist;

Fig. 10 ein weiteres Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, welches auch zu weitergehenden Messungen geeignet ist, und

Fig. 11 eine herkömmliche Vorrichtung zur Messung von Glanz und Schleierglanz.

Ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nun in bezug auf die Fig. 1 beschrieben.

Die in Fig. 1 schematisch dargestellte Reflexions-Meßeinrichtung weist ein Gehäuse 1 auf, in welchem ein erster Belichtungstubus 2 angeordnet ist. In diesem Belichtungstubus ist, schematisch angedeutet, eine Lichtquelle 3 angeordnet, eine Blende 4 und eine Linse 5.

Durch die Linse 5 wird erreicht, daß das Licht parallel gebündelt durch die Öffnung 7 auf die Meßfläche 8 auftrifft. Von der Meßfläche 8 wird das Licht reflektiert und tritt in den Meßtubus 10 ein. Dieser Meßtubus weist ebenfalls eine Linse 11 auf, sowie eine Blende 12 und hinter dieser Blende 12 den eigentlichen Sensor 13.

Die Reflexions-Meßvorrichtung weist weiterhin eine (nicht dargestellte) Steuereinrichtung auf, durch welche der Betrieb der Vorrichtung gesteuert wird und eine ebenfalls nicht dargestellte Anzeigeeinrichtung, durch welche die gemessenen Reflexionswerte angezeigt werden.

Der Aufbau des Meßsensors 14 wird nun im einzelnen in bezug auf die Fig. 2 und Fig. 3 erläutert.

In einem gemeinsamen Substrat 20 sind vier als elektrische Anschlüsse dienende Metallstifte 21, 22, 23, 24 angeordnet, wobei der Anschluß 22 als gemeinsame Anode dient.

Auf diesem gemeinsamen Substrat sind, elektrisch voneinander isoliert, drei lichtempfindliche Flächen als Schichten aufgebracht, nämlich eine erste lichtempfindliche Fläche 25 und je eine symmetrisch dazu angeordnete lichtempfindliche Fläche 26 und 27. Die lichtempfindliche Fläche 25 ist rechteckförmig, wobei die Symmetrielinien des Rechtecks mit den Symmetrielinien des kreisförmigen Substrates und der elektrischen Anschlüsse zusammenfallen.

Die lichtempfindlichen Flächen 26 und 27 sind ebenfalls rechteckförmig gestaltet und entsprechen in ihrer Breitenabmessung in etwa der Breite der lichtempfindlichen Schicht 25, während die Längenabmessung etwas größer ist als die Längenabmessung der lichtempfindlichen Fläche 25. Die lichtempfindlichen Flächen sind jeweils mit einem der elektrischen Anschlüsse 22, 23, 24 verbunden.

Beim Ausführungsbeispiel beträgt die Breite der lichtempfindlichen Flächen ca. 0,8 mm, die Länge der Fläche 25 beträgt ca. 1,5 und die Länge der Flächen 26 und 27 ca. 2,4 mm. Diese Werte werden allerdings nur beispielhaft genannt und stellen keine Einschränkung in der Abmessung nach unten oder nach oben dar.

Das Substrat sowie das Material und der Aufbau der lichtempfindlichen Flächen 25, 26 und 27 sind so gewählt, daß jede dieser Flächen die lichtempfindliche Fläche einer Sensordiode bildet.

Die Steuereinrichtung aktiviert die Lichtquelle 3, deren Licht mit paralleler Strahlung auf die Meßoberfläche 8 auftrifft. Von der Meßoberfläche 8 wird das Licht reflektiert, tritt durch die Linse 11 und die Blende 12 durch und fällt auf den Sensor 14. Der Sensor 14 ist so ausgerichtet, daß eine Gerade, deren Richtung dem idealen Reflexionswinkel entspricht, exakt durch den Schnittpunkt der Symmetrielinien der Meßfläche 25 hindurchtritt.

Das auf die lichtempfindliche Schicht 25 auftreffende Licht wird durch die Steuereinrichtung gemessen und ist ein Maß für den Glanz. Dabei erfolgt die Ermittlung des Glanzkennwertes in der Weise, wie dies in der EP-B-0 438 468 beschrieben ist.

Stellt die Meßfläche 8 keine ideal reflektierende Spiegelfläche dar, wird auch Licht in eine Richtung reflektiert, die vom idealen Reflexionswinkel abweicht. Ein Teil dieses Lichtes fällt auf die lichtempfindlichen Flächen 26 und 27, so daß dort ein entsprechender Lichtstrom gemessen werden kann. Das diesem entsprechenden elektrische Signal ist ein Maß für den Schleierglanz.

Da die lichtempfindlichen Flächen sehr exakt auf dem Substrat angeordnet werden können, ist es möglich, die Flächen wie beim Ausführungsbeispiel relativ klein zu halten. Dadurch ist es möglich, den Abstand zwischen der Meßfläche 8 und dem Sensor 14 sehr klein zu gestalten, so daß die Vorrichtung insgesamt sehr kleinbauend hergestellt werden kann.

Das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 ist mit einem

Winkel von 45° dargestellt. Entsprechend den üblichen Meßgeometrien kann dieser Winkel verändert werden, so sind auch Winkel von 20°, 30°, 45°, 60° und 85° möglich. Falls abweichende Normen der Reflexionsmessung zugrundegelegt werden, können diese Werte auch anders gestaltet werden.

Weiterhin ist beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 ein Lichttubus vorgesehen, der Licht in einem bestimmten Winkel zur Oberfläche ausstrahlt und ein Tubus 14, in dem das reflektierte Licht gemessen wird. Statt dessen können auch zwei oder drei derartige Einrichtungen in einer Vorrichtung angeordnet werden, wie dies in der EP-B-0 438 468 gezeigt ist. Wenn zwei oder drei derartige Vorrichtungen angeordnet sind, können verschiedene Meßwinkel und Meßgeometrien in der gleichen Vorrichtung verwendet werden.

Bei der Vorrichtung gemäß Fig. 1 wird weiterhin der Lichtstrahl direkt auf die Oberfläche geleitet. Insbesondere bei großen Reflexionswinkeln können statt der direkten Leitung auch Umlenkelemente verwendet werden, beispielsweise totalreflektierende Prismen oder Lichtleiter, welche das Licht so umlenken, daß es im gewünschten Meßwinkel auf die Oberfläche fällt. Wird ein solches lichtumlenkendes Element verwendet, so wird zweckmäßigerweise auch die andere Seite der Meßeinrichtung, also der Tubus mit dem Sensor mit den entsprechenden Umlenkeinrichtungen versehen.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nun in bezug auf die Fig. 4 beschrieben. Dieses Ausführungsbeispiel ist genauso aufgebaut wie in Fig. 1 und kann auch mit entsprechenden Licht-Umlenkeinrichtungen versehen werden, wie dies in bezug auf die Fig. 1 erläutert worden ist. Im Unterschied zur Gestaltung gemäß Fig. 1 ist der Sensor 14 jedoch anders gestaltet, als dies in Fig. 2 und Fig. 3 dargestellt ist.

Der Sensor 14 weist hier ein im wesentlichen rechteckförmiges Substrat 30 auf, auf dem eine Vielzahl von lichtempfindlichen Flächen aufgebracht sind. Dabei entspricht die mittlere Fläche 31 der lichtempfindlichen Fläche 25 beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 und ist so angeordnet, daß der ideale Winkel, mit dem das Licht von einer Meßfläche 8 reflektiert wird, den Schnittpunkt der Symmetrielinien des Rechtecks 31 schneidet.

Neben dieser lichtempfindlichen Fläche 31 sind zwei schmale Flächen 32, 33 vorgesehen, welche der vorstehend erörterten D/I-Messung dienen.

Neben diesen Feldern 32, 33 sind Felder 34, 35 vorgesehen, welche im wesentlichen die gleiche Funktion haben wie die Felder 26 und 27 beim Ausführungsbeispiel in Fig. 2 und der Messung von Schleierglanz dienen.

Diese Felder weisen im wesentlichen einen Abstand von ca. 2° zum idealen Reflexionswinkel auf.

Benachbart zu den Feldern 34 und 35 sind lichtempfindliche Flächen 36, 37 vorgesehen, welche in ihrer Größe den Flächen 34 und 35 entsprechen, welche aber in einem Winkelabstand von 5° zum idealen Reflexionswinkel angeordnet sind.

Der Betrieb dieser Vorrichtung erfolgt in gleicher Weise wie bei der Vorrichtung gemäß Fig. 1. Im Unterschied zur dort gezeigten Vorrichtung können hier jedoch unterschiedliche Werte, die zur Reflexionsbeurteilung der Oberfläche dienen und beispielsweise in zitierten ASTM E430 genormt sind, gemessen werden. Dabei ist der Aufbau, wie auch der Aufbau beim Ausführungsbeispiel der Fig. 2 besonders einfach und bedarf keiner komplizierten Blenden- und Schlitzanordnungen wie bei den bekannten herkömmlichen Geräten.

Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 4 ist der Abstand zwischen den außenliegenden Feldern 36, 37 und den benachbarten Feldern 34, 35 relativ groß, wobei die Felder 34, 35 einen Winkelabstand von 2° aufweisen, während die Felder 36, 37 einen Winkelabstand von 5° zum idealen Reflexionswinkel aufweisen.

Bei diesem Ausführungsbeispiel ist es deshalb auch möglich, die Felder 36 und 37 auf einem eigenen Substrat unabhängig von den übrigen Feldern anzuordnen, wobei aber auch diese Felder dann in der gleichen Ebene angeordnet sind, wie die übrigen Felder.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Sensoreinrichtung, wie sie in der Vorrichtung gemäß Fig. 1 verwendet werden kann, wird nun in bezug auf die Fig. 5 beschrieben.

Bei dieser Sensoreinrichtung ist die gleiche Anordnung der Felder gezeigt, wie sie auch in Fig. 4 dargestellt ist. Die Bezugszeichen sind deshalb identisch und lediglich mit einem Strich zur Unterscheidung gekennzeichnet.

Der Unterschied zu der Gestaltung der Fig. 4 liegt darin, daß die einzelnen Felder 31' bis 37' in ihrer Längsausdehnung dreimal unterteilt sind, wodurch drei Feldbereiche 31'a, 31'b und 31'c gebildet werden.

Der Betrieb dieser Vorrichtung erfolgt bis auf eine Abwandlung in gleicher Weise wie beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 und Fig. 2—3. Die Abwandlung liegt darin, daß die (nicht dargestellte) Steuereinrichtung während der Messung die mit den lichtempfindlichen Flächen 31'a, 31'b und 31'c gemessenen Lichtintensitäten miteinander vergleicht. Entsprechendes gilt für die übrigen Felder, d. h. es werden in gleicher Weise die Intensitäten, die in den Feldern 35'a, 35'b und 35'c erfaßt worden sind, verglichen. Anhand dieses Vergleiches wird in der Steuereinrichtung festgestellt, welche der Feldbereiche a, b und c die höchste Intensität aufweist. Für die weitere Auswertung der Messung werden dann nur die Intensitäten berücksichtigt, die in den jeweils entsprechenden Feldern, also in allen Feldern mit dem Buchstaben a oder in allen Feldern mit dem Buchstaben b oder in allen Feldern mit dem Buchstaben c gemessen worden sind.

Der Vorteil dieser Anordnung ist, daß eine Verschiebung innerhalb der Reflexionsebene von der Vorrichtung erkannt und korrigiert werden kann. Bei exakt ausgerichteter Reflexionsebene wird die höchste Intensität in den Feldern b gemessen. Ist die Reflexionsebene durch Ungenauigkeiten der Meßvorrichtung selbst, durch ein nicht exaktes Plazieren der Meßvorrichtung auf der Meßfläche oder durch eine entsprechende Gestaltung der Meßfläche selbst gegenüber der idealen Reflexionsebene verschoben, so wird dies bei der gezeigten Anordnung durch die Vorrichtung erkannt und berücksichtigt.

Die Gestaltung der Fig. 5 hat jedoch den Nachteil, daß aufgrund der unterschiedlichen Feldelemente nur Abweichungen in der Reflexionsebene selbst erkannt werden können. Dieser Nachteil wird durch das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 6 behoben.

Bei diesem Ausführungsbeispiel ist ein gemeinsames Substrat 50 vorgesehen, welches rechtwinklig gestaltet ist und auf dem eine Vielzahl von lichtempfindlichen Flächen 51 angeordnet sind, die (bei diesem Ausführungsbeispiel) jeweils quadratisch sind. Beim gezeigten Ausführungsbeispiel sind in der Längserstreckung des Rechtecks insgesamt 15 Feldreihen vorgesehen, welche mit den Buchstaben a bis p gekennzeichnet sind, und in der Erstreckung entlang der kurzen Kantenlänge 7

Felder. Die Ausführung dieses Sensors erfolgt vorzugsweise in der charged-coupled-device-Technik (CCD).

Der Sensor wird in einer Vorrichtung eingesetzt, wie sie in bezug auf die Fig. 1 beschrieben worden ist.

Für die Funktion einer derart geschalteten Vorrichtung gibt es mehrere Abwandlungen:

Eine erste Abwandlung der Funktion ist in der Weise aufgebaut, wie dies in Fig. 6 beschrieben ist. Bei dieser Ausführungsform wird eine Messung verwirklicht, wie sie in bezug auf die Fig. 2 und 3 dargestellt ist. Dabei werden die einzelnen Flächen in der Weise zusammengefaßt, daß die mittlere Fläche mit den Spalten f, g, h, i, k und den Reihen 2, 3, 4, 5 und 6 derartig zusammengeschaltet sind, daß sie eine Fläche bilden, die der lichtempfindlichen Fläche 25 im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 entspricht. Die Spalten a, b, c, d, e und die Reihen 1 bis 7 bzw. die Spalten l, m, n, o, p und entsprechend die Reihen 1 bis 7 werden in der Weise zusammengeschaltet, daß sie eine lichtempfindliche Fläche ergeben, die der Anordnung der lichtempfindlichen Flächen 26, 27 gemäß Fig. 2 entspricht.

Die Messung kann dann in der gleichen Weise durchgeführt werden, wie dies in bezug auf das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 und 3 erläutert worden ist.

Eine besonders bevorzugte Variante der Steuerung des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 6 wird in bezug auf die Fig. 7 beschrieben.

Zunächst ist anzumerken, daß die Einteilung der Felder, wie sie in bezug auf Fig. 6 beschrieben worden ist, wobei 15 Spalten und 7 Reihen gebildet werden, erheblich gesteigert werden kann, so daß mehrere 100 oder 1000 Spalten und Reihen als Meßflächen zur Verfügung stehen.

Fig. 7 zeigt ein entsprechend gestaltetes Substrat 60, welches ebenfalls rechtwinklig gestaltet ist und auf dem eine Vielzahl derartiger (dort nicht einzeln angezeichneter) lichtempfindlicher Flächen angeordnet sind, wobei auch hier die CCD-Bauweise verwendet wird.

Die Steuereinrichtung kann bei diesem Ausführungsbeispiel verschiedene Meßprogramme durchführen, wobei die einzelnen Programme in einem Speicher abgelegt sind und vom Benutzer jeweils über eine entsprechende Eingabevorrichtung, Schalter od. dgl. abgerufen werden können.

In einer ersten Variante der Benutzung des Sensors gemäß Fig. 7 werden die einzelnen lichtempfindlichen Flächen durch die Steuereinrichtung so geschaltet, daß Meßflächen entstehen, wie dies beispielsweise in der Fig. 4 dargestellt ist. Bei dieser Variante werden also immer die einzelnen Meßflächen oder Meßpunkte zur Messung herangezogen, die innerhalb des vorgegebenen Feldbereiches liegen, wie dies in Fig. 4 durch die Felder 31 bis 37 eingezeichnet ist. Das Licht, welches auf die übrigen lichtempfindlichen Flächen fällt, die nicht innerhalb eines solchen Meßfeldes liegen, wird bei der Messung nicht berücksichtigt.

Durch diese Gestaltung ist es möglich, eine Reflexionsmessung nach verschiedenen Normen durchzuführen. Wird beispielsweise eine Reflexionsmessung gemäß der erwähnten Norm ASTM 340 durchgeführt, so werden die Flächen in der Weise zusammengeschaltet, wie dies in Fig. 4 gezeigt ist. Wird dagegen lediglich eine Messung gewünscht, mit der Glanz und Schleierglanz zu erfassen ist, werden die einzelnen lichtempfindlichen Flächen in der Weise zusammengeschaltet, daß sich Flächen ergeben, wie sie in Fig. 2 dargestellt sind. Auf diese Weise können mit einem Sensor ganz unterschiedliche Meßprogramme durchgeführt werden und dabei auch

unterschiedliche Reflexions-Meßnormen verwirklicht werden.

Bei dieser Variante des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 6 sind im Speicher der Steuereinrichtung die für die jeweilige Messung zu verwendenden Feldgrenzen fest abgespeichert und werden nicht variiert.

Bei einer Abwandlung, wie sie in Fig. 7 gezeigt ist, ist zwar die Position der einzelnen Felder zueinander fest, die zusammengeschalteten Felder, welche die lichtempfindlichen Flächen bilden, können aber auf dem Sensor insgesamt verschoben werden. Bei dieser Verfahrensweise stellt die Steuereinrichtung fest, in welchen einzelnen Feldern die Lichtintensität am größten ist. Beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 7 ist dies durch einen Kreis 61 dargestellt. Es wird nun bei der weiteren Messung angenommen, daß der Auftreffpunkt 61 den Punkt markiert, der dem idealen Reflexionswinkel entspricht. Um den Auftreffpunkt 61 wird dann schaltungstechnisch eine Meßfläche 63 verwirklicht, welche der Meßfläche 31 gemäß Fig. 4 bzw. der Meßfläche 25 gemäß Fig. 2 entspricht und zur Messung des Glanzes dient. Die übrigen in Fig. 7 dargestellten Meßflächen entsprechen den Meßflächen, wie sie in Fig. 4 gezeigt sind. Diese Verfahrensvariante hat den Vorteil, daß keine exakte Ausrichtung der Sensorgeometrie in bezug auf die Meßfläche erforderlich ist. Die Steuereinrichtung ist vielmehr in der Lage, Abweichungen der Meßgeometrie zu berücksichtigen und selbsttätig zu korrigieren. Bei dieser Verfahrensweise ist es möglich, die Toleranzen zur Herstellung der Meßvorrichtung selbst großzügiger zu gestalten, wodurch die Kosten für die Herstellung der Meßvorrichtung erheblich reduziert werden. Weiterhin werden auch während des Gebrauchs auftretende Veränderungen der Meßgeometrie automatisch korrigiert, so daß Einrichtungen zur Justierung der einzelnen Elemente der Meßeinrichtung nicht erforderlich sind.

Eine Anordnung, wie sie in Fig. 6 und Fig. 7 gezeigt worden ist, ermöglicht es darüber hinaus, das Reflexionsverhalten an der Oberfläche in einem weiten Bereich der Reflexionswinkel aufzunehmen, wie dies in bezug auf die Fig. 8 gezeigt ist.

Im Diagramm gemäß Fig. 8 ist auf der Ordinate die gemessene Lichtintensität aufgetragen und auf der Abszisse die Winkelabweichung bezüglich des idealen Reflexionswinkels. Die gemessene Intensität ist im Bereich des idealen Reflexionswinkels am höchsten und nimmt dann mit zunehmenden Winkelabstand ab. Aus der so erfaßten Kurve kann auf einfache Weise das Reflexionsverhalten an der Oberfläche beurteilt werden. Außerdem ist es möglich, aus der Kurve die Kennwerte abzuleiten, welche gemäß den verschiedenen Normen das Reflexionsverhalten von Oberflächen kennzeichnen. Dadurch ist es möglich, mit einer einzigen Messung eine Meßkurve aufzunehmen und alle sich daran anschließenden Auswertungen numerisch, durch die Meßvorrichtung selbst oder in einer externen Recheneinrichtung, beispielsweise in einem PC, vorzunehmen.

Der prinzipielle schaltungstechnische Aufbau einer Meßeinrichtung, wie sie bei den Ausführungsbeispielen gemäß Fig. 1—8 zu verwenden ist, wird nun in bezug auf die Fig. 9 erläutert.

Dieser prinzipielle Meßaufbau ist für alle gezeigten Ausführungsbeispiele der selbe, lediglich die Programmierung weicht je nach verwendeter Sensorart ab.

Die Meßeinrichtung weist insgesamt eine Steuereinrichtung 70 auf, welche einen handelsüblichen Mikroprozessor enthält, der durch ein Programm gesteuert wird, welches in einem Speicher 71 abgelegt ist.

Der Kommunikation der Steuereinrichtung 70 mit dem Benutzer dient eine Eingabeeinrichtung 72, die eine Anzahl von Schaltern enthält, um den Betrieb der Steuereinrichtung zu starten und um (bei den entsprechenden Ausführungsbeispielen) zwischen einzelnen Betriebsarten umschalten zu können.

Neben dem Mikroprozessor weist die Steuereinrichtung Ein-/Ausgabeeinrichtungen auf, welche der Verbindung der Steuereinrichtung mit den einzelnen Bauelementen der Vorrichtung dienen.

Zur Aktivierung und Durchführung der Messung ist die Steuereinrichtung mit der Lichtquelle 3 verbunden, sowie mit dem Sensor 14. Die Ergebnisse der Messung werden in einem Display 75 angezeigt, welches vorzugsweise als LCD-Display ausgebildet ist. Für die weitere Auswertung der Messung ist eine Verbindung zu einem externen Computer 76 vorgesehen.

Die Meßvorrichtung wird durch eine (nicht dargestellte) Batterie mit Strom versorgt.

Die Meßvorrichtung ist insgesamt vorzugsweise in dem Gehäuse 1 angeordnet, welches in etwa die Abmessungen eines Taschenbuches aufweist.

Um produktionsbedingte Abweichungen der einzelnen Meßvorrichtungen zu vermeiden, wird jede Meßvorrichtung vorzugsweise individuell kalibriert. Dazu wird die Meßvorrichtung auf Referenz-Glanz-Kacheln aufgesetzt, wie sie von Norminstituten zur Verfügung gestellt werden und die entsprechenden Reflexionskennwerte gemessen. Die entsprechenden Werte werden dann im Speicher 71 abgelegt und stehen dauerhaft zur Umrechnung der durch den Sensor 14 erfaßten Werte in Glanzkennwerte und dgl. zur Verfügung.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nun in bezug auf die Fig. 10 beschrieben.

Bei diesem Ausführungsbeispiel ist die Vorrichtung insgesamt in einem Gehäuse 100 angeordnet, welches eine Öffnung 101 aufweist, mit der das Gerät auf die zu messende Oberfläche aufgesetzt wird.

Im Unterschied zu den vorgenannten Ausführungsbeispielen wird das Gerät jedoch nicht direkt auf die Oberfläche aufgesetzt, sondern mittels (schematisch angedeuteter) mindestens zwei Gummiwalzen 103, 104 oder mindestens vier Gummirädern 103, 104, welche drehbeweglich (nicht gezeigt) in dem Gehäuse 100 gelagert sind. Wenigstens eines der Gummiräder oder Walzen ist mit einer (nicht dargestellten) Wegstrecken-Meßeinrichtung versehen, welche die Winkelbewegungen der Gummiräder 103 erfaßt, und ein dafür repräsentatives elektrisches Signal ausgibt.

Die Vorrichtung weist weiterhin einen Lichttubus 110 auf, in welchem eine punktförmige Lichtquelle 111 angeordnet ist. Der Lichttubus weist weiterhin eine Linseneinrichtung 112 auf, deren Charakteristik noch später erörtert wird.

Der Tubus 111 ist so ausgerichtet, daß seine optische Achse in einem vorbestimmten Winkel (beim gezeigten Beispiel 45°) zu der zu messenden Oberfläche 115 ausgerichtet ist.

Es ist weiterhin ein Meßtubus 120 vorgesehen, dessen optische Achse ebenfalls in einem vorbestimmten Winkel (von hier ebenfalls 45°) zur zu messenden Oberfläche 115 ausgerichtet ist, wobei dieser Winkel identisch zum Winkel ist, in dem die optische Achse des Tubus 110 zur Oberfläche gerichtet ist, und wobei sich die optischen Achsen beider Tuben am Oberflächenmeßpunkt 115 schneiden.

Der Meßtubus 120 weist eine Linsenanordnung 121 auf, eine Blendeneinrichtung 122 sowie einen senkrecht

zur optischen Achse ausgerichteten Meßsensor 125.

In einem Winkel senkrecht zum Oberflächenmeßpunkt 115 ist im oberen Bereich des Gehäuses eine weitere Belichtungseinrichtung 130 vorgesehen, in welcher (beim Ausführungsbeispiel) drei Beleuchtungseinrichtungen angeordnet sind, und zwar drei lichtemittierende Dioden (LED), welche eine unterschiedliche spektrale Charakteristik aufweisen, d. h. welche Licht mit unterschiedlichen Farben ausstrahlen.

Es ist weiterhin eine (nicht dargestellte) Steuereinrichtung vorgesehen, welche in ihrem grundsätzlichen Aufbau der Steuereinrichtung gemäß Fig. 9 entspricht und in welcher Schalteinrichtungen vorgesehen sind, mit welcher der Benutzer zwischen verschiedenen Meßverfahren wählen kann. Weiterhin sind Anzeigeeinrichtungen vorgesehen, mit denen das Meßergebnis angezeigt wird. Alternativ dazu kann die Vorrichtung auch unmittelbar über ein Kabel oder auch drahtlos mit einem Computer, vorteilhafterweise einem Personal Computer verbunden werden, in dem die Meßergebnisse erfaßt und angezeigt sowie gespeichert werden.

Die Funktion dieser Vorrichtung ist nun wie folgt:

Die Vorrichtung ist eine universelle Vorrichtung zur Messung der visuellen Eigenschaften von Oberflächen. Dabei sind prinzipiell drei Messungen möglich:

1. die Messung von Reflexionseigenschaften, wie es in bezug auf die Ausführungsbeispiele 1 bis 9 der vorliegenden Anmeldung erörtert worden ist;
2. die Messung von Farbeigenschaften der Oberfläche, wie es in der parallelen Anmeldung des gleichen Anmelders (Anwaltsakte 477P26) beschrieben ist, die am gleichen Tage beim Deutschen Patentamt eingereicht worden ist wie die vorliegende Anmeldung und die ein Farbmeßgerät beschreibt, welches eine Weiterbildung eines Farbmeßgerätes darstellt, das in der DE 42 02 822 A1 (die dem US-Patent 5 137 364 entspricht) beschrieben ist, und
3. ein Verfahren zur quantifizierten Bewertung des physiologischen Eindruckes von reflexionsfähigen Oberflächen, wie es mit der WO 93/0433, entsprechend der europäischen Anmeldung 92916021 vom selben Anmelder bekannt geworden ist.

Beim ersten Meßverfahren werden die Reflexionseigenschaften der Oberfläche gemessen, wie es in bezug auf die Fig. 1 bis 9 erläutert wurde. Bei dieser Meßvariante wird das Licht von der Lichtquelle 111 im parallelen Strahlengang auf die Oberfläche geführt und von der Sensoreinrichtung 125 aufgenommen. Die Sensoreinrichtung 125 ist bei diesem Universal-Meßgerät ein Farb-CCD-Chip, der eine Vielzahl von lichtempfindlichen Flächen aufweist, die für jeweils drei (oder vier) unterschiedliche Wellenlängencharakteristika empfindlich sind. Im Speicher der Steuereinrichtung sind, wie in bezug auf Fig. 9 beschrieben, verschiedene Meßfelder abgespeichert, die jeweils durch das Zusammenschalten einer Vielzahl von diesen lichtempfindlichen Punkten gebildet werden und die die Messung der Reflexion, des Schleierglanzes usw. ermöglichen. Da bei Reflexionsmessungen üblicherweise keine Farbabweichungen berücksichtigt werden, werden die Meßergebnisse der verschiedenen farbsensitiven Felder zusammengefaßt, ohne das Meßsignal bezüglich der Farbe zu spezifizieren. Es ist aber auch eine andere Verfahrensvariante möglich, so daß auch die Farbeigenschaften des reflektierten Lichtes mit erfaßt werden.

Bei dieser Meßvariante fällt das Licht im parallelen

Strahlengang auf die zu messende Oberfläche. Dies wird durch die Linsenanordnung 112 erreicht, welche eine entsprechende Bündelung des Lichtes der Punktlichtquelle 111 bewirkt.

Im übrigen sind alle Meßmöglichkeiten durchführbar, die vorstehend in bezug auf Fig. 1 bis 9 erläutert wurden.

Zur Farbmessung wird die Punktlichtquelle 111 abgeschaltet und als Belichtungseinrichtung die Einrichtung 130 benutzt. Diese Einrichtung weist drei LEDs 132, 133, 134 auf, die eine unterschiedliche spektrale Charakteristik aufweisen und deren Licht auf die Oberfläche 115 strahlt. Von der Oberfläche wird das Licht reflektiert und fällt in den Meßtubus 122 auf die Sensoreinrichtung 125. In der Sensoreinrichtung wird das reflektierte Signal aufgenommen, und es wird in einem Auswerteverfahren, wie dies in den vorgenannten Druckschriften bzw. in der parallelen Anmeldung des Anmelders beschrieben ist, die spektralen Eigenschaften des reflektierten Lichtes ermittelt. Dabei werden jeweils die Sensorflächen, welche die gleiche spektrale Charakteristik haben, nach vorgegebenen Meßfeldern zusammengeschaltet, so daß die entsprechenden Meßflächen wie ein Sensor mit bestimmter spektraler Charakteristik wirken. Es ist möglich, unterschiedliche Meßfelder vorzusehen, so daß auch unterschiedliche Reflexionswinkel und dergleichen erfaßt werden können.

Wichtig ist, daß der Winkel, in dem das Licht auf die Oberfläche strahlt, so gewählt ist, daß keine Fresnel'sche Reflexion gemessen wird. Im vorliegenden Fall strahlt das Licht der LED's senkrecht auf die Oberfläche, und der Meßtubus ist im Winkel von 45° zur Oberfläche angeordnet.

Bei der dritten Meßvariante, die das in der WO 93/04338 gezeigte Meßverfahren anwendet, wird die Vorrichtung von Hand über die zu messende Oberfläche bewegt. Dabei drehen sich die Gummiräder 103, 104. Die Lichtquelle 111 wird hier als Punktlichtquelle verwendet.

Für das Umschalten der Lichtquelle von der Punktlichtquelle zur Lichtquelle mit parallelem Strahlengang gibt es verschiedene Möglichkeiten. So kann die Linsenanordnung so gewählt werden, daß sie aus dem Tubus herausgeklappt werden kann. Weiterhin ist es möglich, die Linsenanordnung oder die Lichtquelle relativ zueinander entlang der optischen Achse des Tubus 110 zu bewegen, so daß unterschiedliche Bestrahlungsmuster entstehen. Dies kann z. B. erreicht werden, indem der Tubus 111 aus (nicht dargestellt) zwei ineinandergeschobenen Hülisen besteht, die relativ zueinander bewegbar sind.

Während der Bewegung des Meßgerätes über die Oberfläche wird das von der Punktlichtquelle 111 ausgestrahlte Licht von der Oberfläche reflektiert und über den Meßtubus und die Sensoreinrichtung 125 erfaßt. Dabei wird die Sensoreinrichtung 125 vorzugsweise so geschaltet, daß lediglich die Lichtintensität gemessen wird, ohne daß auf die spektrale Verteilung Rücksicht genommen wird. Selbstverständlich ist aber auch eine Berücksichtigung dieser spektralen Eigenschaften möglich. Während der Bewegung werden ständig die Lichtintensitätswerte von der Sensoreinrichtung 125 zusammen mit den Wegstreckenmeßsignalen der Wegstreckenmeßeinrichtung des Gummirades 103 gespeichert. Nach Zurücklegung einer vorgegebenen Wegstrecke werden die Reflexionsmeßwerte ausgewertet, wie dies in der WO 93/04338 beschrieben ist, und daraus die längerwelligen Eigenschaften der Oberfläche (beispiels-

weise Verlaufsstörungen einer Lackoberfläche wie orange peel und dgl.) gemessen.

Für die Messung dieser Größen werden häufig Einrichtungen verwendet, die einen ganzen Laborraum in Anspruch nehmen. Mit dem vorgeschriebenen universellen Meßgerät können in einem kleinen Handgerät die Messung von langwelligeren Oberflächenstörungen, die Messung der Reflexionseigenschaften der Oberfläche in bezug auf Glanz, Schleierglanz usw. sowie auch die Farbe der Oberfläche durchgeführt werden.

In einer alternativen Abwandlung des Gerätes können mehrere Meßwinkel verwirklicht werden, wie dies für Reflexionsmeßgeräte im Stand der Technik bekannt ist. Dadurch wird das Licht in unterschiedlichen Winkeln zur Oberfläche geleitet, so daß auch Aussagen über das Reflexionsverhalten mit verschiedenen Belichtungs- winkeln möglich ist.

Weiterhin kann die Veränderung der Lichtquelle von der Punktlichtquelle zur parallelen Lichtquelle auch erzielt werden, indem zwei Lichttuben 110 vorgesehen sind, welche räumlich zueinander versetzt sind, wobei dann auch zwei lichtaufnehmende Tuben mit zwei Sensoreinrichtungen 125 vorgesehen sind.

Bei der in Fig. 10 gezeigten Vorrichtung sind drei verschiedene Meßverfahren, die Reflexionsmessung an einer bestimmten Oberflächenstelle, die Reflexionsmessung an einem größeren Ausschnitt der Oberfläche und die Farbmessung verwirklicht. In Abwandlung des gezeigten Ausführungsbeispiels können auch jeweils nur zwei dieser genannten Meßprinzipien verwirklicht werden. Bei einer ersten Abwandlung sind dies die Reflexionsmessung an einer Oberflächenstelle und an einem größeren Ausschnitt der Oberfläche. In diesem Fall entfällt die Beleuchtungseinrichtung 130, und die Sensoreinrichtung 125 braucht nicht die Eigenschaft zu haben, Farben bzw. verschiedene spektrale Charakteristiken des reflektierten Lichtes erkennen zu können. In diesem Fall kann die Sensoreinrichtung 125 ausgebildet werden, wie dies in den Fig. 2 bis 7 dargestellt ist. Es ist in diesem Fall auch möglich, einen Schwarz-Weiß-CCD-Chip zu benutzen.

Bei der zweiten Abwandlung ist die Vorrichtung zur Messung der Reflexionseigenschaften an einer bestimmten Oberflächenstelle und zur Farbmessung vorgesehen. In diesem Fall entfallen die Gummiräder 103 und 104 und die Wegstreckenmeßeinrichtung. Außerdem kann, falls die Oberflächenmessung nur mit parallelem Strahlengang ausgeführt werden soll, auch die Wechselmöglichkeiten zwischen Punktlichtquelle und Lichtquelle mit parallelem Strahlengang entfallen.

Die Belichtung erfolgt bei allen gezeigten Ausführungsbeispielen mit einer Wellenlänge, die im Bereich des sichtbaren Lichtes zwischen 380 und 760 nm liegt. Unter dem Begriff "Lichtquelle" im Sinne der vorliegenden Anmeldung sind aber auch Strahlungsquellen zu verstehen, deren Strahlung eine größere oder eine kleinere Wellenlänge aufweist.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Messung der Reflexionseigenschaften von Oberflächen mit:
einer ersten optischen Einrichtung mit einer Lichtquelle, um das von der Lichtquelle ausgestrahlte Licht in einem vorbestimmten Winkel auf die zu messende Oberfläche zu richten,
einer zweiten optischen Einrichtung, welche in einem ebenfalls vorbestimmten Winkel zu dieser er-

sten optischen Einrichtung und zu dieser Meßfläche ausgerichtet ist, und welche das von dieser Oberfläche reflektierte Licht aufnimmt, wobei diese zweite optische Einrichtung wenigstens drei Fotosensoren aufweist, welche derart angeordnet sind, daß sie die Intensität des reflektierten Lichtes in Bereichen messen, die einem unterschiedlichen Reflexionswinkel entsprechen, einer Steuereinrichtung, welche diese Vorrichtung steuert und welche die von diesen wenigstens drei Fotosensoren ausgegebenen Signale erfaßt, dadurch gekennzeichnet, daß die lichtempfindlichen Flächen der Fotosensoren im wesentlichen in einer Ebene angeordnet sind, daß die Fotosensoren ein integriertes Bauelement bilden, wobei ein gemeinsames Substrat vorgesehen ist, auf welchem lichtempfindliche Schichten angeordnet sind, die die einfallende Lichtmenge im wesentlichen unabhängig voneinander erfassen, und daß diese lichtempfindlichen Schichten derart angeordnet sind, daß die lichtempfindlichen Flächen jeweils die innerhalb eines vorgegebenen Winkelbereichs reflektierte Lichtmenge erfassen.

2. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß drei lichtempfindliche Flächen vorgesehen sind, wobei eine erste, im wesentlichen rechteckförmige Fläche derart angeordnet ist, daß bei einer ideal reflektierenden Oberfläche die Lichtstrahlen symmetrisch auf diese mittlere Fläche auftreffen und wobei zu beiden Seiten dieser Fläche eine zweite und eine dritte lichtempfindliche Fläche vorgesehen ist, auf welche die Strahlen auftreffen, deren Reflexionswinkel um einen vorbestimmten Winkelbereich größer oder kleiner sind, als der ideale Reflexionswinkel.

3. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine erste, im wesentlichen rechteckförmige lichtempfindliche Fläche vorgesehen ist, welche in dem Bereich des Sensors angeordnet ist, auf welche das Licht bei einer ideal reflektierenden Oberfläche auftrifft und wenigstens eine lichtempfindliche Fläche auf einer Seite dieser mittleren lichtempfindlichen Fläche, welche die Intensität des Lichtes messen, welches in größeren bzw. kleineren Winkeln reflektiert wird, als der ideale Reflexionswinkel.

4. Vorrichtung gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die lichtempfindlichen Flächen unterschiedliche Abmessungen aufweisen, wobei jedoch die Flächen, die im gleichen Winkelabstand zum idealen Reflexionswinkel liegen, die gleiche Größe aufweisen.

5. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Vielzahl von lichtempfindlichen Flächen vorgesehen ist, welche unmittelbar benachbart auf dem Substrat angeordnet sind.

6. Vorrichtung gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß diese Flächen jeweils als einzelne Streifen ausgebildet sind, welche auf einem im wesentlichen rechteckförmigen Substrat vorgesehen sind, wobei diese Streifen mit ihrer Längsausdehnung in einer Ebene angeordnet sind, welche im wesentlichen senkrecht zu der Ebene ist, in der diese Lichtstrahlen auf die zu messende Oberfläche gerichtet und von dieser reflektiert werden.

7. Vorrichtung gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet,

zeichnet, daß diese lichtempfindlichen Flächen auf diesem Substrat derart angeordnet sind, daß sich eine Vielzahl von Flächenelementen ergibt, welche in parallelen, zueinander senkrechten Spalten und Reihen vorgesehen sind.

8. Vorrichtung gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß diese Flächen im wesentlichen rechteckig, vorzugsweise aber quadratisch sind.

9. Vorrichtung gemäß mindestens einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß diese Flächen symmetrisch zu der Ebene angeordnet sind, die durch den Punkt geht, bei welchem die Lichtstrahlen auf die zu messende Oberfläche auftreten und senkrecht zu der Ebene ist, in welcher die Lichtstrahlen der ersten optischen Einrichtung und der von der Oberfläche reflektierten Lichtstrahlen im wesentlichen liegen.

10. Vorrichtung gemäß mindestens einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß durch die Steuereinrichtung die Meßsignale von einzelnen dieser lichtempfindlichen größer ist, als die Fläche eines einzelnen dieser Flächenelemente.

11. Vorrichtung gemäß Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß in einem Speicher dieser Steuereinrichtung bestimmte Flächenmuster abgespeichert sind und daß diese lichtempfindlichen Flächenelemente in der Weise zusammengeschaltet werden, daß sich bestimmte Flächenmuster ergeben, die jeweils einer bestimmten Meßfläche entsprechen.

12. Vorrichtung gemäß Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung weiterhin eine Schalteinrichtung aufweist, mit welcher ein vorbestimmtes Flächenmuster für die Messung gewählt werden kann.

13. Vorrichtung gemäß mindestens einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß diese Steuereinrichtung zunächst eine Messung durchführt, um festzustellen, auf welchen Flächenelementen die Intensität der gemessenen reflektierten Strahlung am höchsten ist und daß diese Flächenmuster in bezug auf die Lage dieser Flächenelemente mit der höchsten Lichtintensität ausgerichtet werden.

14. Vorrichtung gemäß mindestens einem der Ansprüche 5 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Substrat in seiner Erstreckung parallel zu den lichtempfindlichen Flächen im wesentlichen rechteckförmig gestaltet ist.

15. Vorrichtung gemäß mindestens einem der Ansprüche 5 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß diese einzelnen Flächenelemente in charged-coupled-device-Technik miteinander verbunden sind.

16. Vorrichtung gemäß Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß diese einzelnen Flächenelemente die gleichen spektralen Charakteristiken aufweisen, mit denen das einfallende Licht in ein Sensorsignal umgesetzt wird (Schwarz-Weiß-Messung).

17. Vorrichtung gemäß Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß diese einzelnen Flächenelemente so beschaffen sind, daß jeweils zumindest drei benachbarte Flächenelemente unterschiedliche spektrale Charakteristiken aufweisen, so daß mit diesen Flächenelementen auch die Farbe des reflektierten Lichtes erfaßbar ist.

18. Vorrichtung gemäß Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß diese Vorrichtung eine zweite Belichtungseinrichtung aufweist, die Licht mit einer

vorgegebenen spektralen Charakteristik ausstrahlt und die in einem derartigen Winkel auf die zu messende Oberfläche gerichtet ist, daß das unmittelbar gemäß der Fresnel'schen Reflexion reflektierte Licht nicht mit dem Winkel übereinstimmt, mit welchem diese zweite optische Einrichtung auf die zu messende Oberfläche gerichtet ist.

19. Vorrichtung gemäß Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß diese zweite Lichtquelle aus mehreren einzelnen lichtausstrahlenden Elementen besteht, wobei diese lichtausstrahlenden Elemente eine voneinander unterschiedliche spektrale Charakteristik aufweisen.

20. Vorrichtung gemäß Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß diese lichtausstrahlenden Elemente bezüglich ihrer spektralen Charakteristik so beschaffen sind, daß sie sich im Bereich der Wellenlänge des sichtbaren Lichtes zumindest teilweise überlappen und linear voneinander unabhängig sind.

21. Vorrichtung gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß diese Vorrichtung relativ in einer parallelen Richtung zur zu messenden Oberfläche verschieblich ist und daß eine Wegstreckenmeßeinrichtung vorgesehen ist, welche diese parallele relative Verschiebung quantitativ erfaßt und daß weiterhin eine Speichereinrichtung vorgesehen ist, in welcher die entlang vorgegebener Meßstellen auf der Oberfläche gemessenen Reflexionswerte und die zugehörige relative Position der Meßstellen abgespeichert wird.

22. Vorrichtung gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß diese erste optische Einrichtung derart beschaffen ist, daß das Licht im wesentlichen mit parallelem Strahlengang auf die Oberfläche gerichtet ist.

23. Vorrichtung gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß diese erste optische Einrichtung derart beschaffen ist, daß diese Lichtquelle als Punktlichtquelle wirkt.

24. Verfahren zur Messung der visuellen Eigenschaften von Oberflächen und insbesondere unter der Verwendung einer Vorrichtung gemäß mindestens einem der Ansprüche 10 bis 23, bei welchem eine erste optische Einrichtung mit einer Lichtquelle vorgesehen ist, um Licht in einem vorbestimmten Winkel auf eine zu messende Oberfläche zu richten, sowie eine zweite optische Einrichtung, welche eine Sensoreinrichtung mit einer Vielzahl von lichtempfindlichen Flächen aufweist, um das von der Oberfläche reflektierte Licht zu erfassen, und eine Steuereinrichtung, welche diese Vorrichtung steuert und welche die von der Sensoreinrichtung ausgegebenen Signale erfaßt, eine Speichereinrichtung, in welcher Programmanweisungen gespeichert sind, nach denen diese Steuereinrichtung arbeitet, wobei in dieser Speichereinrichtung weiterhin wenigstens eine vorgegebene Meßgeometrie abgespeichert ist, nach welcher einzelne lichtempfindliche Flächen zu einer gemeinsamen Meßfläche zusammengeschaltet werden, so daß jeweils die Intensität des auf mehrere dieser einzelnen lichtempfindlichen Flächen auftreffenden Lichtes als ein gemeinsamer Wert erfaßt wird, wobei die Messung in der Weise durchgeführt wird, daß die Oberfläche mit dieser Lichtquelle belichtet

wird und die für eine vorgegebene Meßgeometrie gemessenen Ausgangssignale der Sensoreinrichtung erfaßt werden.

25. Verfahren gemäß Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß in dieser Speichereinrichtung eine Vielzahl von Meßgeometrien abgespeichert ist und daß eine Schalteinrichtung vorgesehen ist, durch welche eine dieser Meßgeometrien auswählbar ist.

26. Verfahren gemäß Anspruch 24 oder 25, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils wenigstens drei benachbarte lichtempfindlichen Flächen unterschiedliche spektrale Charakteristiken aufweisen und derart zusammengeschaltet sind, daß damit die spektrale Charakteristik und insbesondere die Farbe des reflektierten Lichtes erfaßbar ist.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

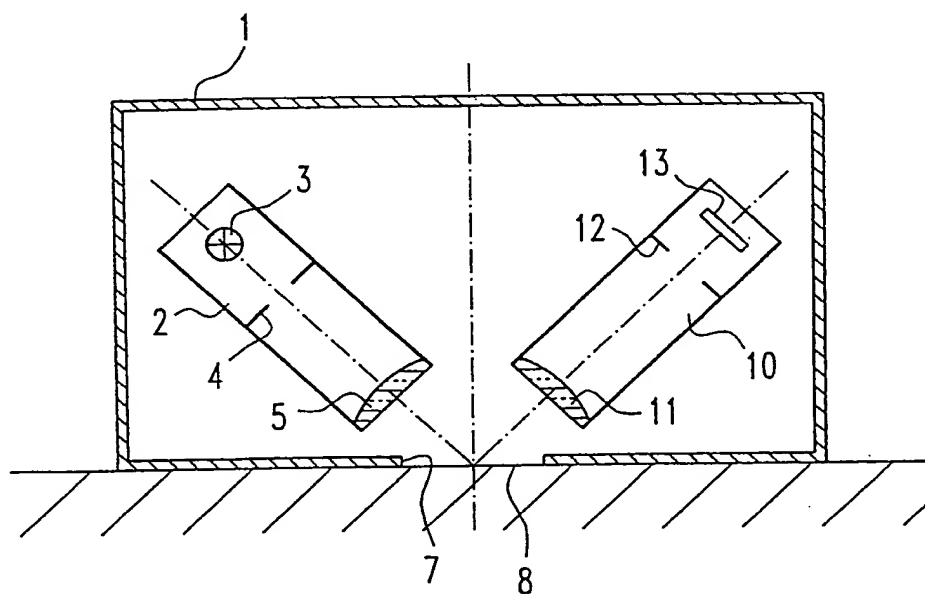


Fig.1

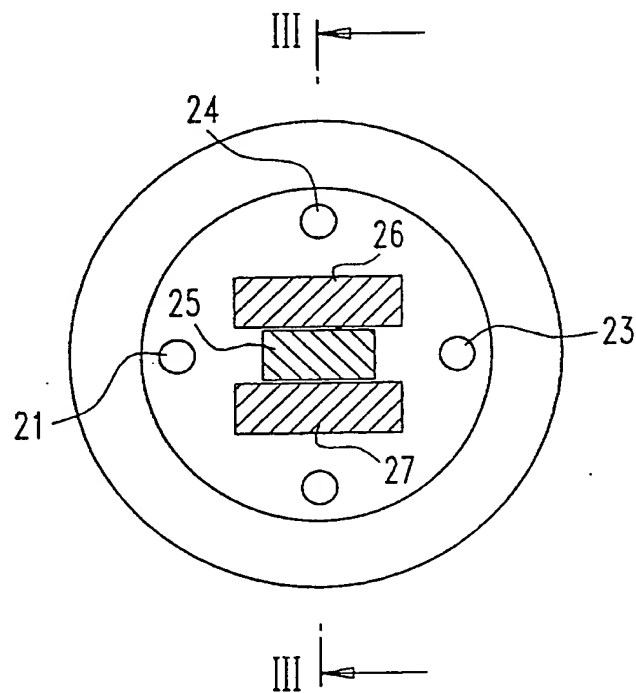


Fig. 2

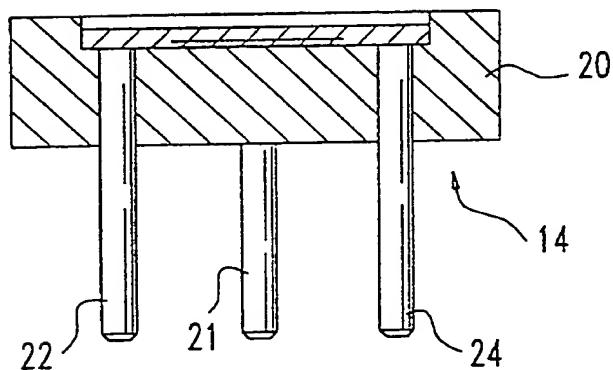


Fig. 3

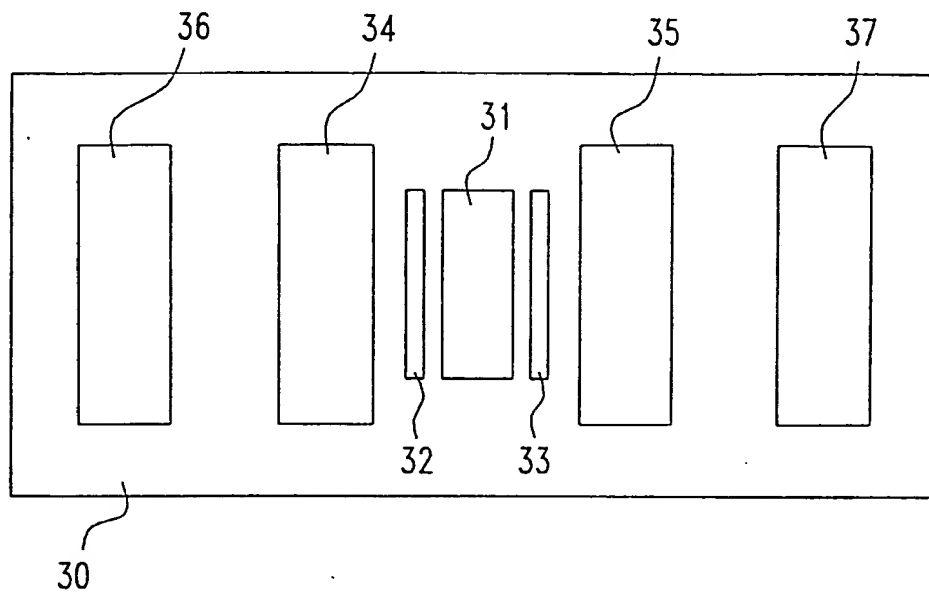


Fig. 4

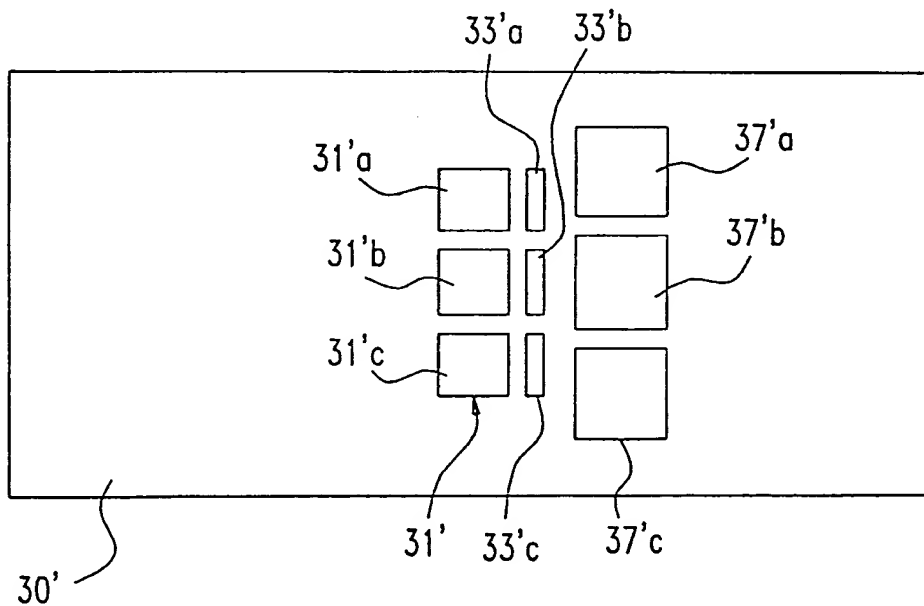


Fig. 5

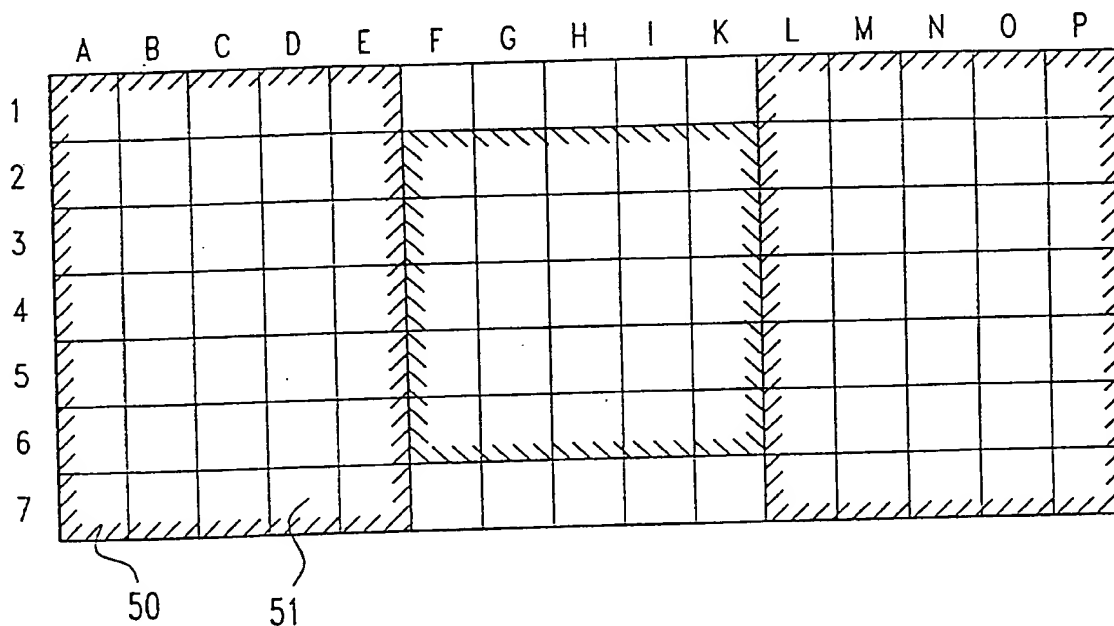


Fig. 6

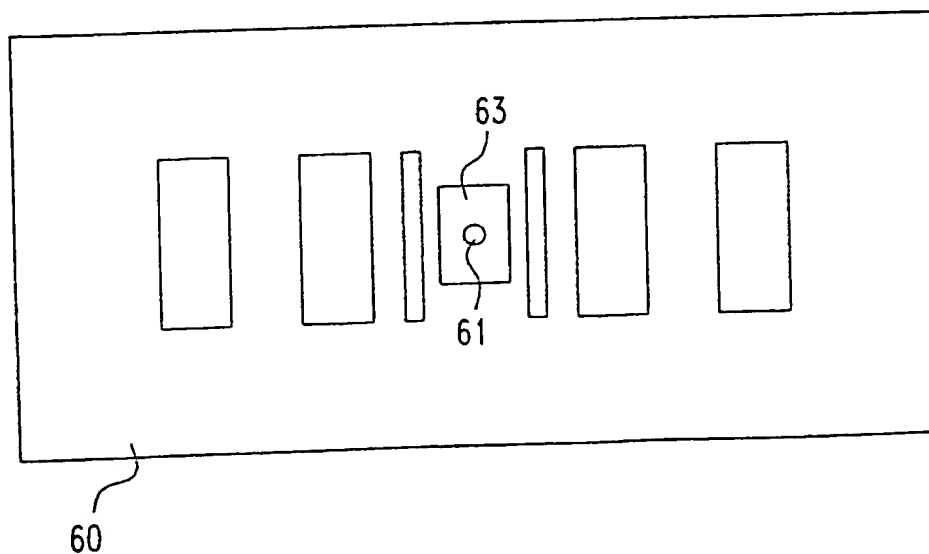


Fig. 7

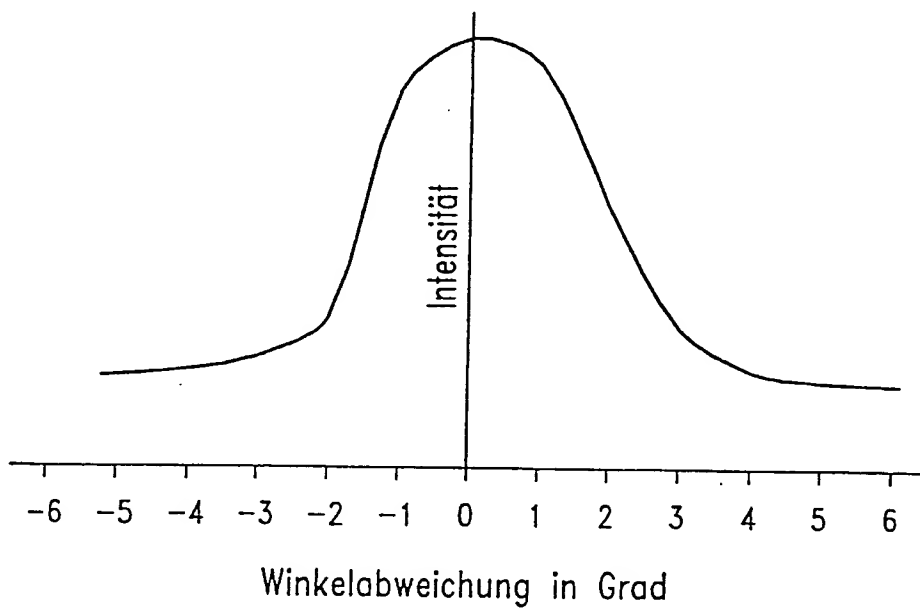


Fig.8

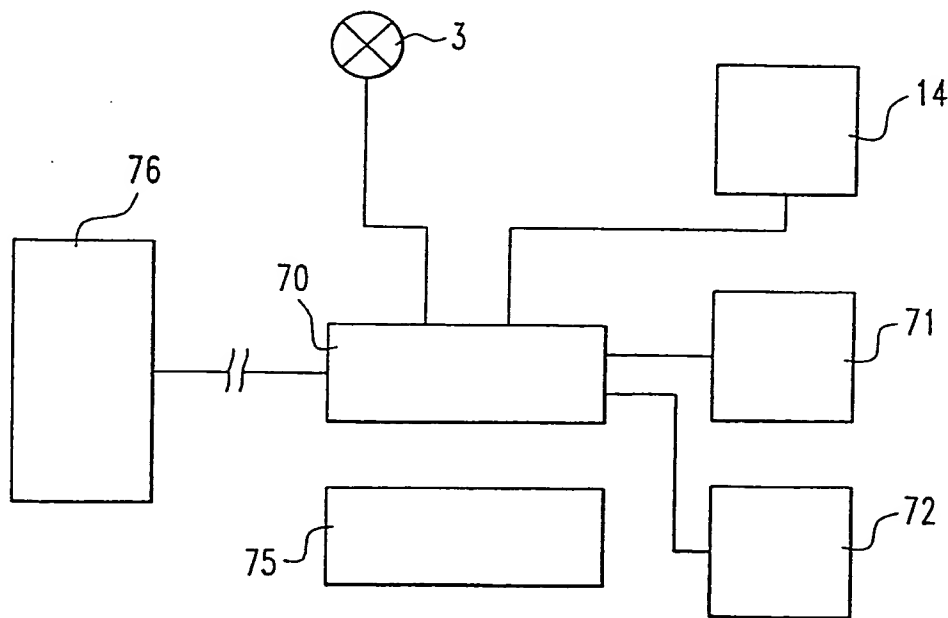


Fig.9

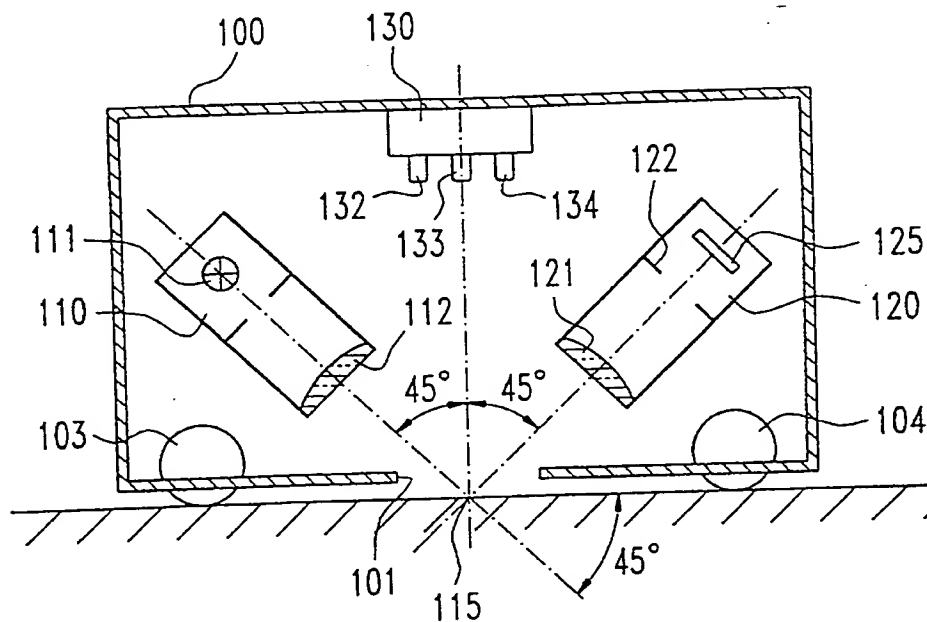


Fig.10

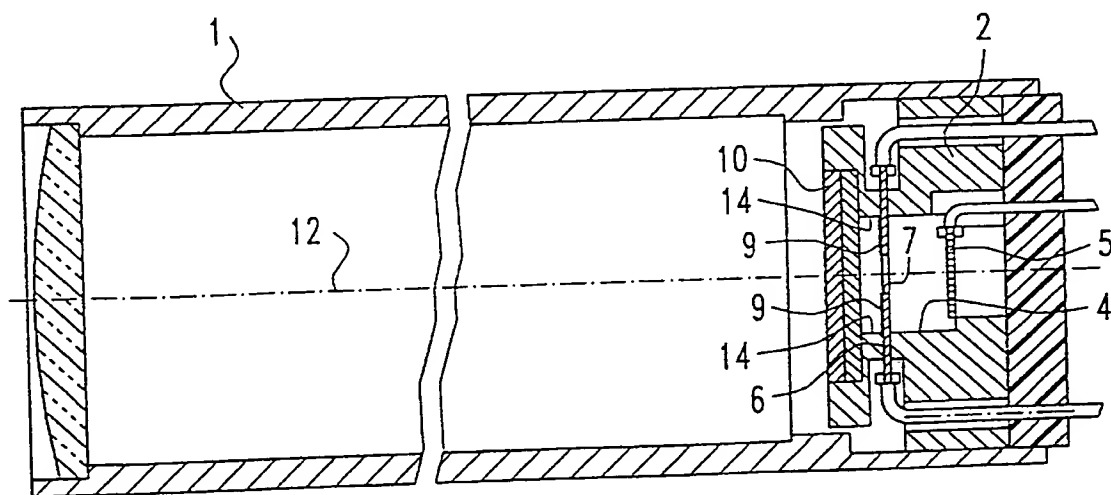


Fig.11